



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt



(10) DE 102 55 280 A1 2004.06.03

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 102 55 280.0

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: G01F 23/00

(22) Anmeldetag: 26.11.2002

(43) Offenlegungstag: 03.06.2004

(71) Anmelder:

Endress + Hauser GmbH + Co. KG, 79689  
Maulburg, DE

(72) Erfinder:

Spanke, Dietmar, Dr., 79585 Steinen, DE; Heim,  
Michael, 79736 Rickenbach, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu  
ziehende Druckschriften:

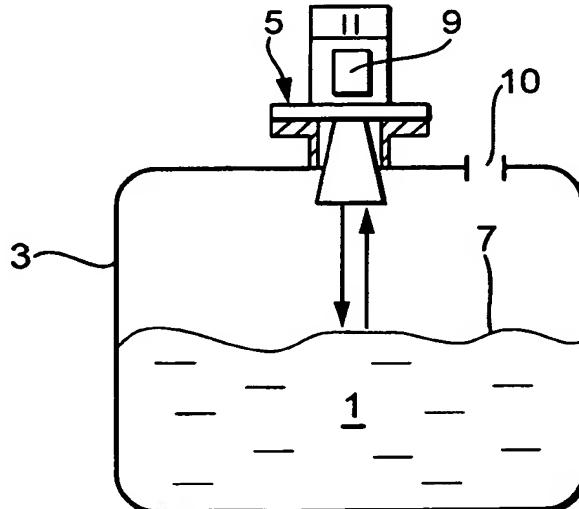
DE 196 02 599 C2  
DE 42 32 346 C2  
DE 199 63 412 A1  
DE 199 45 526 A1  
DE 196 14 785 A1  
DE 42 13 128 A1  
DE 41 14 584 A1  
US 50 72 615

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: Anordnung und Verfahren zur Füllstandsmessung

(57) Zusammenfassung: Es ist eine Anordnung und ein Verfahren zur Füllstandsmessung vorgesehen, das zuverlässige Meßergebnisse liefert, mit einem Füllstandsmeßgerät (5) zur Messung eines Füllstandes (7) eines Füllguts (1) in einem Behälter (3), einer Vorrichtung (9, 13, 25, 31, 47) zur Erkennung und/oder Anzeige eines betriebsbedingten Eingriffs in einem Bereich zwischen dem Füllstandsmeßgerät (5) und dem Füllgut (1) und einer Ablaufsteuerung (11), die das Füllstandsmeßgerät (5) in einen Wartungsmodus versetzt, wenn ein Eingriff erfolgt.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Anordnung und ein Verfahren zur Füllstandsmessung.

[0002] Füllstandsmeßgeräte werden in einer Vielzahl von Industriezweigen eingesetzt, z.B. in der verarbeitenden Industrie, in der Chemie oder in der Lebensmittelindustrie. Füllstandsmessungen werden z.B. zur Steuerungen und/oder Regelungen von Prozeßabläufen herangezogen.

[0003] In der Füllstandsmeßtechnik werden besonders gern berührungslos arbeitenden Meßverfahren eingesetzt. Dabei wird der Füllstand gemessen, ohne daß das Füllstandsmeßgerät mit einem Füllgut, dessen Füllstand es zu messen gilt in Kontakt kommt. Berührungslos arbeitende Füllstandsmeßgeräte bieten den Vorteil, daß das Füllstandsmeßgerät nicht direkt, z.B. durch im Lauf der Zeit verschmutzte oder alternde Dichtungen, zu Verunreinigungen des Füllguts führen kann. Weiter bieten sie den Vorteil, daß diese Füllstandsmeßgeräte hinsichtlich deren chemischen und/oder mechanischen Beständigkeit sehr viel geringeren Anforderungen unterliegen, da sie nicht mit einem möglicherweise chemisch aggressiven und/oder abrasiven Füllgut in Berührung stehen.

[0004] Berührungslos arbeitende Meßverfahren basieren sehr häufig auf dem Laufzeitprinzip. Dabei werden z.B. Mikrowellen oder Ultraschallwellen mittels einer Antenne zur Oberfläche eines Füllguts gesendet und die an der Oberfläche reflektierten Echo-signale nach einer abstandsabhängigen Laufzeit wieder empfangen. Es wird eine die Echoamplituden als Funktion der Laufzeit darstellende Echofunktion gebildet. Jeder Wert dieser Echofunktion entspricht der Amplitude eines in einem bestimmten Abstand von der Antenne reflektierten Echos.

[0005] Aus der Echofunktion wird ein Nutzecho bestimmt, das der Reflexion eines Sendesignal an der Füllgutoberfläche entspricht. Dabei wird in der Regel angenommen, daß das Nutzecho, eine größere Amplitude aufweist, als die übrigen Echos. Aus der Laufzeit des Nutzechoes ergibt sich bei einer festen Ausbreitungsgeschwindigkeit der Sendesignale unmittelbar der Abstand zwischen der Füllgutoberfläche und der Antenne.

[0006] In industriellen Prozeßabläufen werden häufig Eingriffe in den Behälter, in dem sich das Füllgut befindet, dessen Füllstands zu messen ist, vorgenommen. So werden z.B. Probeentnahmen getätigt, um Qualität und Beschaffenheit des Füllguts zu überprüfen, oder es werden zur Kontrolle des Füllstandsmeßgeräts Füllstandspeilungen mit in den Behälter einzuführenden Peilsonden vorgenommen.

[0007] Derartige Eingriffe können, wenn sie in einem Bereich zwischen dem Füllstandsmeßgerät und der Oberfläche des Füllguts erfolgen zu drastischen Meßfehlern führen.

[0008] Bei einem nach dem Laufzeitprinzip arbeitenden Füllstandsmeßgerät kann z.B. ein Echo von einem Probeentnahmegerät oder einer Peilsonde

fälschlicherweise als Füllstandsecho interpretiert werden.

[0009] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein nach dem Laufzeitprinzip arbeitendes Füllstandsmeßgerät anzugeben, das zuverlässige Meßergebnisse liefert.

[0010] Dies erreicht die Erfindung durch eine Anordnung zur Füllstandsmessung mit

- einem Füllstandsmeßgerät zur Messung eines Füllstandes eines Füllguts in einem Behälter,
- einer Vorrichtung zur Erkennung und/oder Anzeige eines betriebsbedingten Eingriffs in einem Bereich zwischen dem Füllstandsmeßgerät und dem Füllgut, und
- einer Ablaufsteuerung, die das Füllstandsmeßgerät in einen Wartungsmodus versetzt, wenn ein Eingriff erfolgt.

[0011] Gemäß einer Weiterbildung ist ein verschließbarer Zugang vorgesehen durch den hindurch der Eingriff erfolgt und die Vorrichtung erfaßt ein Öffnen des Zugangs.

[0012] Gemäß einer Weiterbildung umfaßt die Vorrichtung eine Signalverarbeitungseinheit, die eine sprunghafte Füllstandsänderung oder eine charakteristische Änderung eines Meßsignals als Eingriff bewertet.

[0013] Gemäß einer Ausgestaltung umfaßt die Vorrichtung einen Schalter, der durch den Eingriff ausgelöst wird.

[0014] Gemäß einer anderen Ausgestaltung umfaßt die Vorrichtung eine Kommunikationsschnittstelle, über die der Eingriff dem Füllstandsmeßgerät von einem Bediener oder einer dem Füllstandsmeßgerät zugeordneten Einheit dem Füllstandsmeßgerät anzeigt ist.

[0015] Weiter besteht die Erfindung in einem Verfahren zur Füllstandsmessung mit einer der oben genannten Anordnungen, bei dem überprüft wird, ob ein Eingriff vorliegt, und bei Vorliegen eines Eingriffs das Füllstandsmeßgerät in einen Wartungsmodus versetzt, wobei im Wartungsmodus Füllstandsmessungen ausgesetzt werden, und/oder eine Aufzeichnung von meßgerätspezifischen Werten ausgesetzt wird, und/oder angezeigt wird, daß sich das Füllstandsmeßgerät im Wartungsmodus befindet.

[0016] Gemäß einer Ausgestaltung des Verfahrens beendet das Füllstandsmeßgerät den Wartungsmodus nach einer festen Zeitspanne automatisch.

[0017] Gemäß einer anderen Ausgestaltung beendet das Füllstandsmeßgerät den Wartungsmodus aufgrund eines dem Füllstandsmeßgerät zugeführten Signals.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung überprüft das Füllstandsmeßgerät im Wartungsmodus, ob der Eingriff beendet wurde und beendet den Wartungsmodus, wenn es erkennt, daß der Eingriff beendet wurde.

[0019] Die Erfindung und weitere Vorteile werden nun anhand der Figuren der Zeichnung, in denen fünf Ausführungsbeispiele dargestellt sind, näher erläu-

tert; gleiche Elemente sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0020] **Fig. 1** zeigt eine Anordnung zur Füllstandsmessung mit einem auf einem Behälter angeordneten Füllstandsmeßgerät, das einen Eingriff selbstständig erkennt;

[0021] **Fig. 2** zeigt eine Anordnung zur Füllstandsmessung mit einem Füllstandsmeßgerät mit einer Kommunikationsschnittstelle;

[0022] **Fig. 3** zeigt eine Anordnung zur Füllstandsmessung mit einem über eine Busleitung an eine übergeordnete Einheit angebundenen Füllstandsmeßgerät;

[0023] **Fig. 4** zeigt eine Anordnung zur Füllstandsmessung mit einem auf einem Bypass angeordneten Füllstandsmeßgerät, bei dem der Bypass eine Klappe aufweist, deren Betätigung mittels eines Schalters erfaßt wird;

[0024] **Fig. 5** zeigt eine Anordnung zur Füllstandsmessung mit einem schwenkbar auf einem Stutzen montierten Füllstandsmeßgerät; und

[0025] **Fig. 6** zeigt eine Ansicht des Stutzens von **Fig. 5**.

[0026] **Fig. 1** zeigt eine Anordnung zur Füllstandsmessung. Es ist ein mit einem Füllgut 1 gefüllter Behälter 3 dargestellt. Auf dem Behälter 3 ist ein nach dem Laufzeitprinzip arbeitendes Füllstandsmeßgerät 5 angeordnet. Als Füllstandsmeßgerät eignet sich z.B. ein mit Mikrowellen arbeitendes Füllstandsmeßgerät oder ein mit Ultraschall arbeitendes Füllstandsmeßgerät. Das Füllstandsmeßgerät 5 dient dazu, einen Füllstand 7 des Füllguts 1 im Behälter zu messen.

[0027] Es ist eine Vorrichtung 9 vorgesehen, die dazu dient einen betriebsbedingten Eingriff in einem Bereich zwischen dem Füllstandsmeßgerät 5 und dem Füllgut 7 zu erkennen und/oder anzuzeigen. Betriebsbedingte Eingriffe in diesen Bereich erfolgen üblicher Weise durch Öffnungen im Behälter 3. In **Fig. 1** ist eine solche Öffnung 10 oben am Behälter 3 neben dem Füllstandsmeßgerät 5 dargestellt.

[0028] Ein Eingriff liegt z.B. vor, wenn Proben des Füllguts 7 genommen werden und hierzu ein Probeentnahmehrähnlichkeit in diesen Bereich eingeführt wird.

[0029] Bei dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Vorrichtung 9 eine im Füllstandsmeßgerät 5 integrierte Signalverarbeitungseinheit. Die Signalverarbeitungseinheit kann z.B. vom Füllstandsmeßgerät dessen Füllstandsmeßergebnisse erhalten und anhand der gemessenen Füllstände feststellen, ob eine sprunghafte Füllstandsänderung vorliegt. Eine sprunghafte Füllstandsänderung wird als Eingriff bewertet und dem Füllstandsmeßgerät angezeigt.

[0030] Alternativ können der Signalverarbeitungseinheit Meßsignale oder deren Charakteristika wieder-spiegelnde Informationen zugeführt werden. Die Signalverarbeitungseinheit überprüft dann, ob charakteristische Änderungen der Meßsignale vorliegen und bewertet diese als Eingriff. Beispiele für solche cha-

rakteristische Änderungen sind z.B. bei nach dem Laufzeitprinzip arbeitenden Füllstandsmeßgeräten eine plötzliche Amplitudenänderung des an der Füllgutoberfläche reflektierten Echos, ein Auftauchen oder Verschwinden von Störenchos oder eine Veränderung eines Untergrundsignals.

[0031] Das Füllstandsmeßgerät 5 umfaßt eine Ablaufsteuerung 11, die das Füllstandsmeßgerät 5 in einen Wartungsmodus versetzt, wenn ein Eingriff erfolgt.

[0032] **Fig. 2** zeigt eine weitere Anordnung zur Füllstandsmessung. Aufgrund der großen Übereinstimmung zu dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel werden nachfolgend lediglich die bestehenden Unterschiede näher erläutert.

[0033] Bei der in **Fig. 2** dargestellten Anordnung erkennt das Füllstandsmeßgerät 5 einen Eingriff nicht von selbst. Stattdessen weist es eine Kommunikationsschnittstelle 13 auf, über die der Eingriff dem Füllstandsmeßgerät 5 von einem Bediener anzeigbar ist.

[0034] Die Kommunikationsschnittstelle 13 kann z.B. eine Vorortbedienung sein, mittels der ein Bediener dem Füllstandsmeßgerät 5 mitteilen kann, daß er einen Eingriff vornehmen wird. Er kann dem Füllstandsmeßgerät 5 auch die Dauer des Eingriffs mitteilen. Alternativ kann die Kommunikationsschnittstelle 13 auch ein Bediencomputer sein, der an das Füllstandsmeßgerät 5 anschließbar ist.

[0035] **Fig. 3** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Anordnung. Auch hier werden lediglich die Unterschiede zu den vorangegangenen Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0036] Bei dem in **Fig. 3** dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Füllstandsmeßgerät 5 über eine Busleitung 15 an eine zugeordnete Einheit 17 angebunden. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die zugeordnete Einheit 17 eine übergeordnete Einheit, z.B. eine Prozeßleitstelle oder eine speicherprogrammierbare Steuerung, an die neben dem Füllstandsmeßgerät 5 weitere Sensoren 19, Aktoren 21 und Meßgeräte 23 angeschlossen sind. Die Busleitung 15 führt zu einer Kommunikationsschnittstelle 25, über die der Eingriff dem Füllstandsmeßgerät 5 von der zugeordneten Einheit 17 anzeigbar ist. Diese Ausführungsform bietet sich insbesondere dann an, wenn in der zugeordneten Einheit 17 ohnehin Informationen über den Eingriff, über dessen Beginn und gegebenenfalls über dessen Ende vorhanden sind. Diese Information kann dann ohne zusätzlichen Aufwand dem Füllstandsmeßgerät 5 angezeigt werden, daß dann durch den Wartungsmodus Meßfehler während der Dauer des Eingriffs ausschließt.

[0037] **Fig. 4** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Anordnung zur Füllstandsmessung. Der Behälter 3 weist einen neben das eigentliche Behältnis montierten Bypass 27 auf, auf dem das Füllstandsmeßgerät 5 montiert ist. Der Bypass 27 ist durch Verbindungsrohre 29 derart an den Behälter 3 gekoppelt, daß der Füllstand im Bypass 27 gleich dem Füllstand 7 im Behälter 3 ist.

[0038] Am Behälter 3, genauer hier am Bypass 27, ist ein verschließbarer Zugang 29 vorgesehen, durch den hindurch bei Bedarf Eingriffe erfolgen. Der Zugang 29 ist in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel eine Klappe, die manuell geöffnet und geschlossen wird.

[0039] Es ist eine Vorrichtung 31 vorgesehen, die ein Öffnen des Zugangs 29 erfaßt. Vorzugsweise umfaßt die Vorrichtung 31 einen Schalter, z.B. ein Druckschalter, der durch ein Öffnen und/oder Schließen der Klappe ausgelöst wird. Es besteht eine elektrische Anbindung 33 des Druckschalters an das Füllstandsmeßgerät 5, über die die Vorrichtung 31 dem Füllstandsmeßgerät 5 zumindest ein Öffnen des Zugangs 29 anzeigt.

[0040] Fig. 5 und 6 zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Anordnung zur Füllstandsmessung. Hier ist das Füllstandsmeßgerät 5 mit einem Befestigungsflansch 35 auf einem Behälter 37, hier einem Stutzen eines Bypasses, montiert. Der Stutzen weist endseitig einen Gegenflansch 39 auf, auf dem der Befestigungsflansch 35 aufliegt. Befestigungsflansch 35 und Gegenflansch 39 sind miteinander durch Schraubverbindungen 41 verbunden. Zusätzlich weist der Gegenflansch 39 einen durch den Gegenflansch 39 hindurch führenden Bolzen 43 auf, der bei gelösten Schraubverbindungen 41 eine Drehachse bildet, die es erlaubt, daß Füllstandsmeßgerät 5 derart um die Drehachse zu schwenken, daß eine zuvor vom Füllstandsmeßgerät 5 überdeckte Öffnung frei liegt. Durch diese Öffnung können dann Eingriffe vorgenommen werden.

[0041] Bei einer solchen Anordnung kann die Vorrichtung, die den Eingriff erkennt und/oder anzeigt z.B. wie bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel im Füllstandsmeßgerät 5 integriert sein. Das Schwenken des Füllstandsmeßgeräts 5 führt zu einer sprunghaften Füllstandsänderung, die dann als Eingriff bewertet wird.

[0042] Alternativ kann auch hier z.B. zwischen Befestigungsflansch 35 und dem Gegenflansch 39 ein Schalter 47, insb. ein Druckschalter, vorgesehen sein, der durch das Schwenken des Füllstandsmeßgeräts 5 ausgelöst wird.

[0043] Mit den zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Anordnungen lassen sich sehr sichere und zuverlässige Füllstands-messungen durchführen. Dabei wird vorzugsweise so verfahren, daß überprüft wird, ob ein Eingriff vorliegt. Bei Vorliegen eines Eingriffs wird das Füllstandsmeßgerät 5 in einen Wartungsmodus versetzt. Im Wartungsmodus werden Füllstandsmessungen ausgesetzt. Hierdurch wird verhindert, daß falsche Meßergebnisse zu Folgefehlern führen. Anstelle der Füllstandsmessergebnisse kann das Füllstandsmeßgerät 5 im Wartungsmodus den zuletzt gemessenen zuverlässigen Füllstand ausgeben, es kann aus dem zuletzt gemessenen zuverlässigen Füllstand und einer Füllstandsänderungsgeschwindigkeit, die zumindest aus den letzten beiden zuverlässig gemessenen Füllständen be-

stimmt wird, einen momentanen Füllstand extrapoliieren oder es kann sich darauf beschränken, den Wartungsmodus zu melden bzw. anzuseigen.

[0044] Eine Aufzeichnung von meßgerätspezifischen Werten, wie z.B. Daten die Aufschluß über die Qualität der Messungen geben, oder Daten aus denen die Notwendigkeit von Wartungen bestimmbare sind, sowie z.B. etwaige Referenzmessungen, werden vorzugsweise während des Wartungsmodus ausgesetzt.

[0045] Ausgelöst wird der Wartungsmodus durch den Beginn Eingriffs, der durch die Vorrichtungen 9, 13, 25, 31, 47 erkannt und/oder angezeigt wird.

[0046] Für die Beendigung des Wartungsmodus gibt es mehrere Möglichkeiten. Zum einen kann das Füllstandsmeßgerät den Wartungsmodus nach einer festen Zeitdauer automatisch beenden.

[0047] Alternativ kann das Füllstandsmeßgerät 5 den Wartungsmodus aufgrund eines dem Füllstandsmeßgerät 5 zugeführten Signals beenden. Ein solches Signal kann z.B. von der Vorrichtung 9, 31, 47 generiert werden, oder es kann von einem Bediener oder der zugeordneten Einheit 17 über die Kommunikationsschnittstelle 13, 25 an das Füllstandsmeßgerät 5 übertragen werden.

[0048] Dabei wird vorzugsweise so vorgegangen, daß das Füllstandsmeßgerät im Wartungsmodus überprüft, ob der Eingriff beendet wurde und den Wartungsmodus beendet, wenn es erkennt, daß der Eingriff beendet wurde.

## Patentansprüche

### 1. Anordnung zur Füllstandsmessung mit

- einem Füllstandsmeßgerät (5) zur Messung eines Füllstandes (7) eines Füllguts (1) in einem Behälter (3),
- einer Vorrichtung (9, 13, 25, 31, 47) zur Erkennung und/oder Anzeige eines betriebsbedingten Eingriffs in einem Bereich zwischen dem Füllstandsmeßgerät (5) und dem Füllgut (1), und
- einer Ablaufsteuerung (11), die das Füllstandsmeßgerät (5) in einen Wartungsmodus versetzt, wenn ein Eingriff erfolgt.

2. Anordnung nach Anspruch 1, bei der am Behälter (3) ein verschließbarer Zugang (29) vorgesehen ist, durch den hindurch der Eingriff erfolgt und die Vorrichtung (31) ein Öffnen des Zugangs (29) erfaßt.

3. Anordnung nach Anspruch 1, bei der die Vorrichtung eine Signalverarbeitungseinheit (9) umfaßt, die eine sprunghafte Füllstandsänderung oder eine charakteristische Änderung eines Meßsignals als Eingriff bewertet.

4. Anordnung nach Anspruch 1, bei der die Vorrichtung einen Schalter (31, 47) umfaßt, der durch den Eingriff ausgelöst wird.

5. Anordnung nach Anspruch 1, bei der die Vorrichtung eine Kommunikationsschnittstelle (13, 25) umfaßt, über die der Eingriff dem Füllstandsmeßgerät (5) von einem Bediener oder einer dem Füllstandsmeßgerät (5) zugeordneten Einheit (17) dem Füllstandsmeßgerät (5) anzeigbar ist.

6. Verfahren zur Füllstandsmessung mit einer Anordnung gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem

- überprüft wird, ob ein Eingriff vorliegt, und
- bei Vorliegen eines Eingriffs das Füllstandsmeßgerät (5) in einen Wartungsmodus versetzt, wobei im Wartungsmodus
- Füllstandsmessungen ausgesetzt werden, und/oder
- eine Aufzeichnung von meßgerätspezifischen Werten ausgesetzt wird, und/oder
- angezeigt wird, daß sich das Füllstandsmeßgerät (5) im Wartungsmodus befindet.

7. Verfahren zur Füllstandsmessung nach Anspruch 6, bei dem das Füllstandsmeßgerät (5) den Wartungsmodus nach einer festen Zeitdauer automatisch beendet.

8. Verfahren zur Füllstandsmessung nach Anspruch 6, bei dem das Füllstandsmeßgerät (5) den Wartungsmodus aufgrund eines dem Füllstandsmeßgerät (5) zugeführten Signals beendet.

9. Verfahren zur Füllstandsmessung nach Anspruch 6, bei dem das Füllstandsmeßgerät (5) im Wartungsmodus überprüft, ob der Eingriff beendet wurde und den Wartungsmodus beendet, wenn es erkennt, daß der Eingriff beendet wurde.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

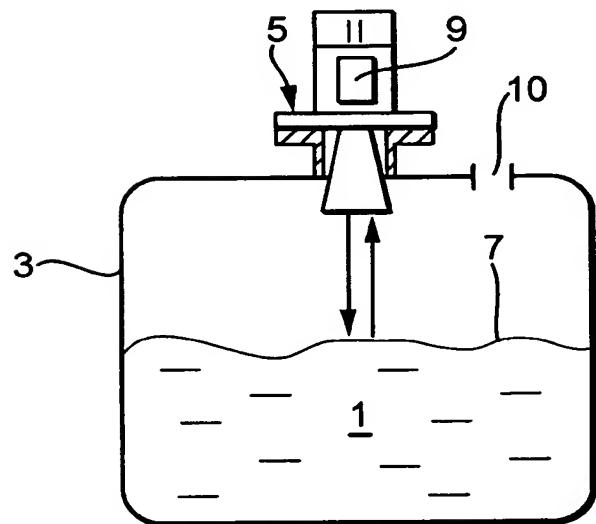


Fig. 1

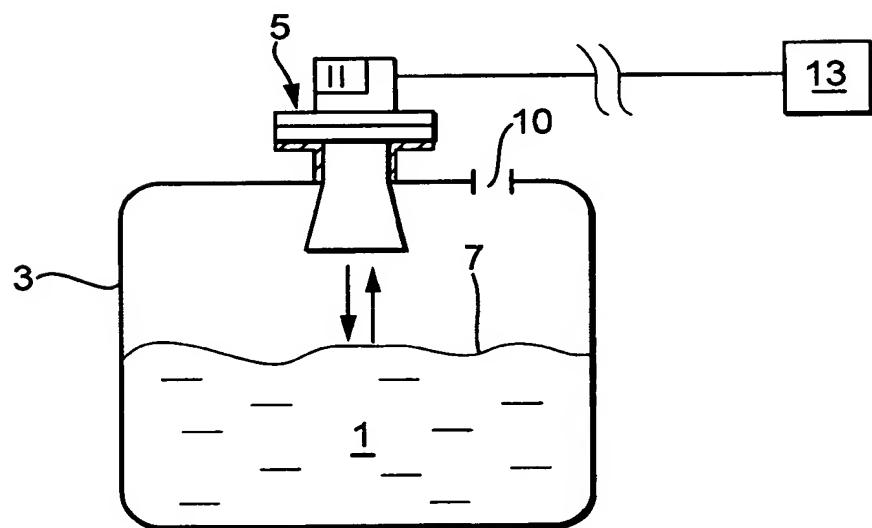


Fig. 2

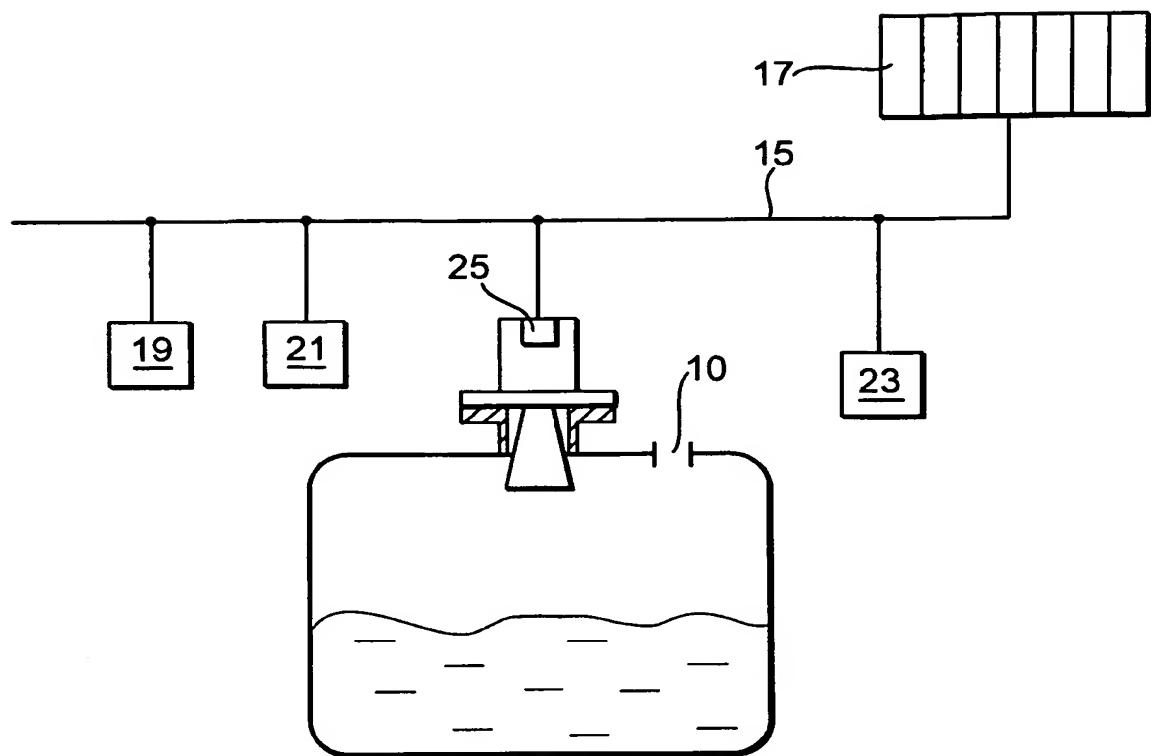


Fig. 3

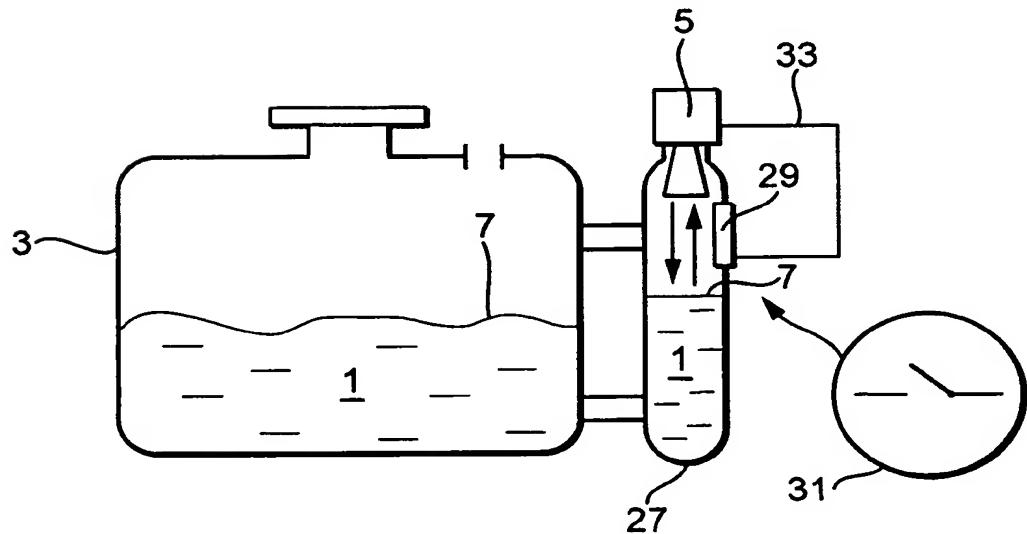


Fig. 4

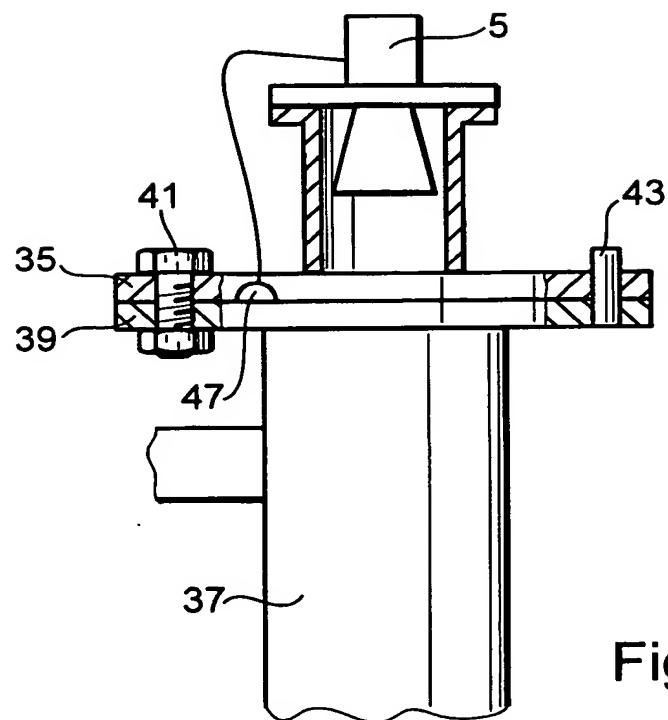


Fig. 5

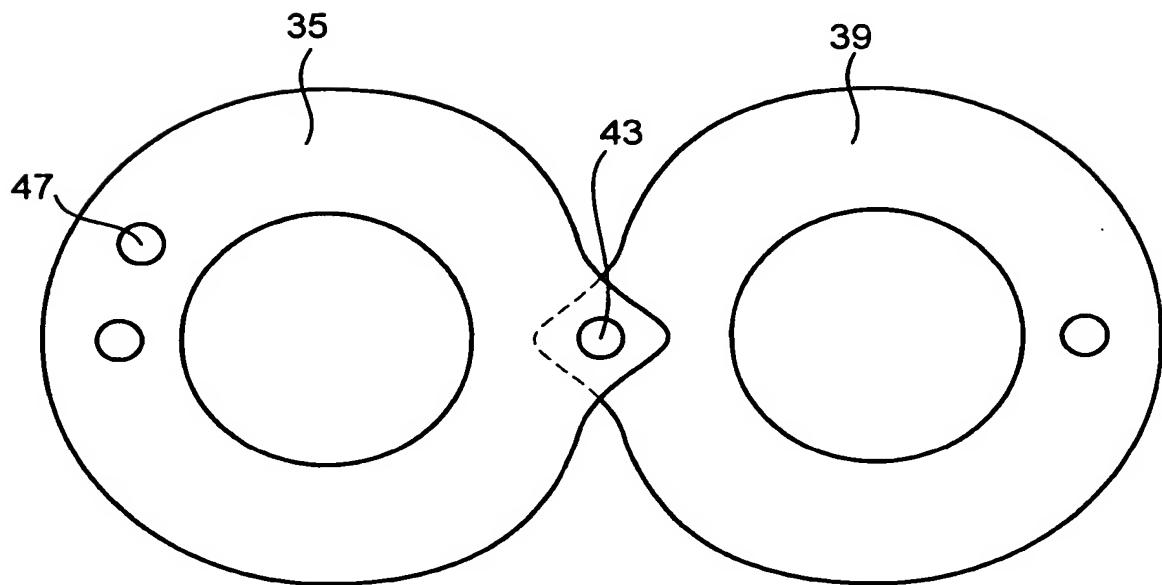


Fig. 6